



SIO P

VALPARAÍSO | 2022

IX Seminario Internacional de
Ingeniería y Operación Portuaria



“DP WORLD PUERTO DE LIRQUÉN Y SU
DESCARBONIZACIÓN: APLICANDO MEDIDAS DE
MITIGACIÓN BASADO EN LA RECONVERSIÓN DEL
EQUIPAMIENTO PORTUARIO A H₂ VERDE”.

MARCO GALLEGOS JERIA
INGENIERO CIVIL OCEANICO
MARCO.GALLEGOS@ALUMNOS.UACH.CL

AGENDA

01

OBJETIVOS

02

EVALUACIÓN TÉCNICA

--

03

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

--

04

EVALUACIÓN AMBIENTAL

--

05

EVALUACIÓN SOCIAL

--

06

CONCLUSIONES

--



01

OBJETIVOS

Objetivo Principal

Integrar a la matriz energética de DP World Puerto Lirquén el hidrógeno verde como combustible

Objetivos Específicos

- a) **Sustituir** las grúas horquillas que utilizan diésel por unidades con motorización eléctrica, alimentadas a través de pilas de combustible.
- b) **Fomentar** el uso de hidrógeno verde en remolcadores que prestan servicios en DP World Puerto Lirquén, a través de reconversión de motores diésel a combustión dual.
- c) **Asegurar** el suministro de hidrógeno verde por medio de producción in situ para equipos portuarios.
- d) **Generar** externalidades positivas entre las que se pueden mencionar:
 - Difundir en la comunidad local el uso de las tecnologías de hidrógeno verde, para generar sinergias positivas.
 - Cooperación con actores fundamentales: Estado, empresa privada y centros del conocimiento, promovido a través de alianzas entre hub's portuarios, congresos, seminarios, intercambios, entre otros.



02

EVALUACIÓN TÉCNICA

Grúas horquillas

Reemplazo de la flota de grúas horquillas diésel por unidades con motores eléctricos impulsados por Fuel Cells.



HYSTER Modelo J360XD:
Valor Unidad: (US\$) 375.600

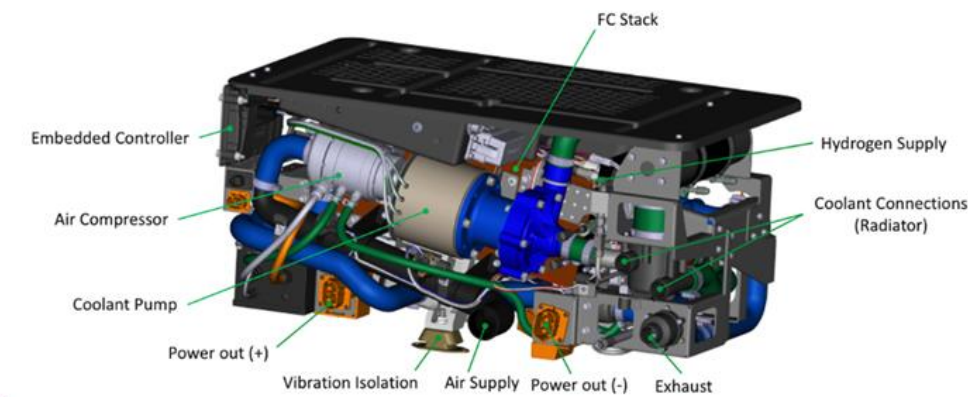


HYSTER Modelo J155 XNSL:
Valor Unidad: USD 152.000



FUEL CELL
NUVERA E - 110 ~ 108 kW
\$140.400 USD

FUEL CELL
NUVERA E-45 ~ 45 kW
\$58.500 USD



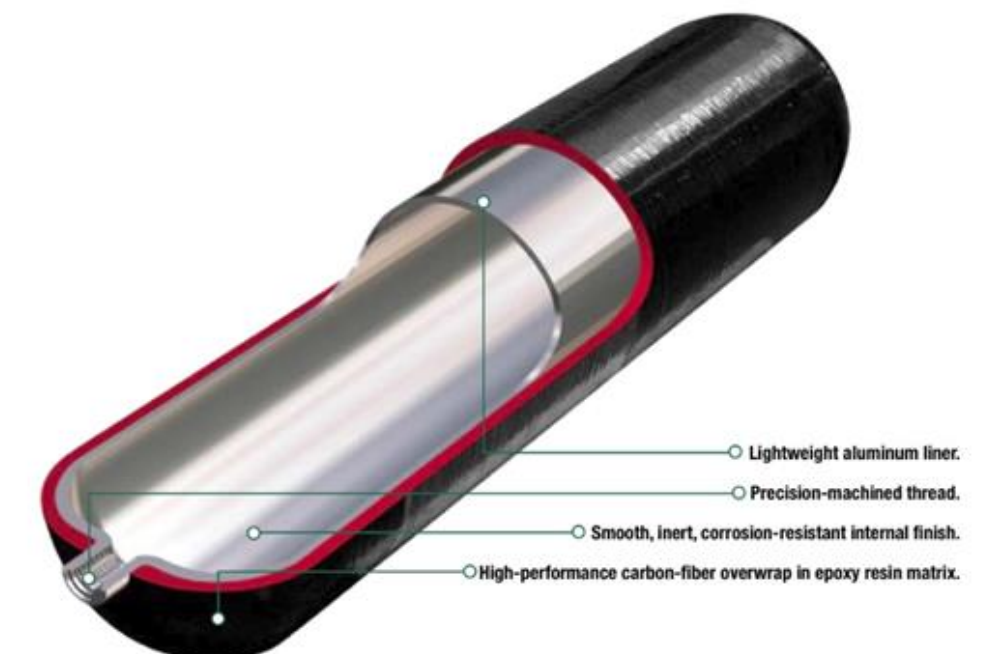
Remolcadores

Reducción de emisiones en remolcadores a través de combustión dual Diesel/Hidrógeno



ULEMCo H2ICED:
Valor Unidad: \$50.500 USD

G-Stor™ Pro Type 3 AF cylinder ▼

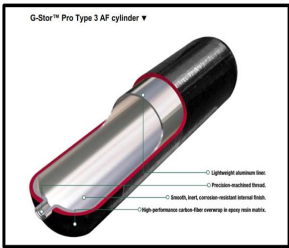
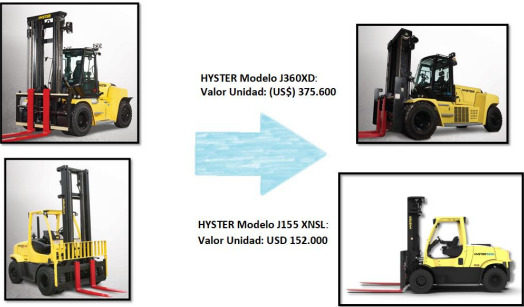


Remolcadores

Reducción de emisiones en remolcadores a través de combustión dual Diesel/Hidrógeno

Tabla 1: Estimación de consumo de Hidrógeno

Vehículo	Unidades	L/día	Kg/día	Blending (5%H ₂ v)	Energía total (MJ)	Energía útil (MJ)	Energía H ₂ (MJ)	Fuell Cell (kg/día) H ₂ v
Grúa 16 Ton	15	252	204	-	8.859	3.189	5.315	664
Grúa 07 Ton	35	252	204	-	8.859	3.189	5.315	1.550
REM Ranco	1	4.320	3.499	175	151.865	54.672	91.119	-
REM Panguipulli	1	8.424	6.823	341	296.137	106.609	177.682	-
TOTAL				516				2.215



Planta y producción de hidrógeno

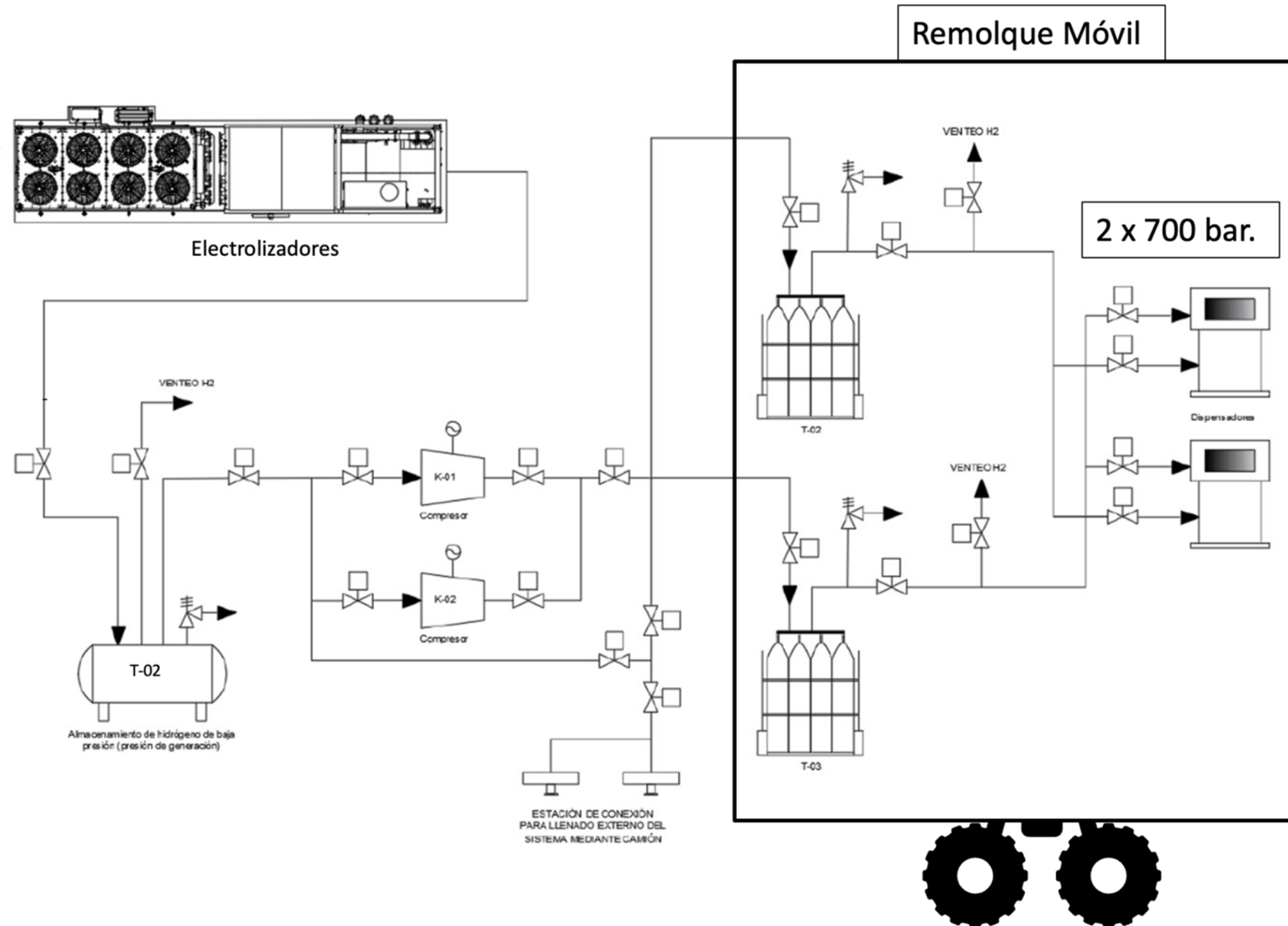
Ubicación y Seguridad de la planta



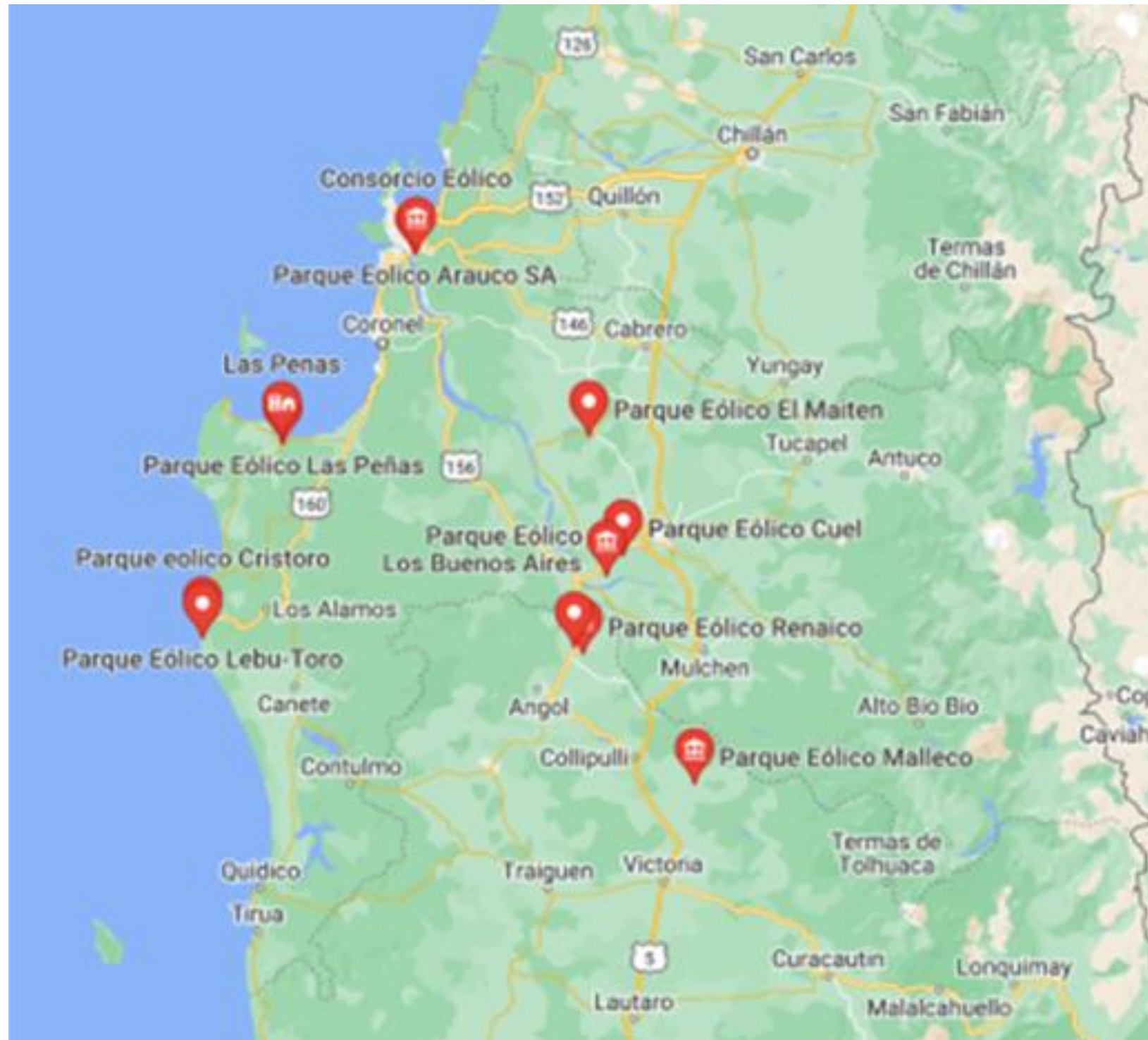
Layout DP World Lirquén

Planta y producción de hidrógeno

Diagrama suministro de H2V.



Energía eléctrica con recurso eólico



Centrales eólicas en la región del Biobío

- Demanda de energía eléctrica de 6 GWh al año
- Energía proveniente de la red
- Se propone realizar PPA(s) con centrales eólicas



03

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA



Objetivo Principal

- Esta evaluación tiene como objetivo determinar los valores para la descarbonización del DP World Puerto Lirquén, por medio de **surtir de hidrógeno verde** autogenerado a las **grúas horquillas**, en un **horizonte de 20 años**.
- Se realizará la evaluación económica y financiera con **dos escenarios**, el primero considerando adquirir un préstamo con buenas condiciones y a tasas preferenciales y el segundo escenario recibiendo fondos concursables de instituciones estatales o internacionales. Esto permitirá establecer la viabilidad del proyecto, calculando el VAN, TIR, periodo de recuperación de la inversión y el flujo de caja.

Evaluación económica y financiera

Escenario 1:

Indicadores de proyecto: evaluando sólo los efectos que este proyecto genera, sin incorporar posibles acciones sinérgicas, por lo que utilizaremos tres indicadores;

VAN	MM\$-48,7
TIR	FLUJOS NEGATIVOS
Período de Recuperación:	NO SE RECUPERA

Estos indicadores establecen de manera rigurosa que el proyecto no es viable, incluso, debido a que los flujos de caja presentan valores negativos, la TIR contiene raíces negativas.

Evaluación económica y financiera

Escenario 2:

Indicadores de proyecto: evaluando sólo los efectos que este proyecto genera, sin incorporar posibles acciones sinérgicas, por lo que utilizaremos tres indicadores;

VAN	MUSD\$4,1
TIR	12%
Período de Recuperación:	18 años, 3 meses

Estos indicadores establecen la viabilidad del proyecto, sin embargo el período de recuperación representa casi la duración total del proyecto.



04

EVALUACIÓN AMBIENTAL



Objetivo Principal

Para este estudio, la evaluación ambiental se delimitará en tres grandes aspectos:

- Leyes y normativas aplicables al proyecto, para dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente, así como determinar si el mismo debe ser ingresado al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de Chile.
- Propuesta de cómo deben gestionarse los aspectos ambientales identificados, utilizando la metodología ESPO Guía Verde 2021 .
- Determinar las potenciales contribuciones a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Legislación Ambiental Aplicable

PARA PROYECTO PLANTA PRODUCCIÓN HIDRÓGENO VERDE						
#	LEY 19.300	DECRETO N°40	TIPIFICACIÓN	SEIA	EIA	DIA
1	Artículo N°10 - Literal a)	Artículo N°3 - Literal a)	Acueductos	No aplica	NO	NO
2	Artículo N°10 - Literal c)	Artículo N°3 - Literal c)	Centrales Generadoras sobre 3MW	No aplica	NO	NO
3	Artículo N°10 - Literal e)	Artículo N°3 - Literal e.6)	Estaciones de Servicio	No aplica	NO	NO
4	Artículo N°10 - Literal f)	Artículo N°3 - Literal f.1)	Terminales Marítimos	Aplica	SI	NO
5	Artículo N°10 - Literal j)	Artículo N°3 - Literal j)	Gasoductos	No aplica	NO	NO
6	Artículo N°10 - Literal ñ)	Artículo N°3 - Literal ñ)	Producción, Almacenamiento y Transporte Sustancias Explosivas/Inflamables	Aplica	SI	NO
7		Artículo N°3 - Literal ñ.3)	Producción, disposición o reutilización de sustancias inflamables	No aplica	NO	NO
8		Artículo N°3 - Literal ñ.4)	Producción, disposición o reutilización de sustancias reactivas	No aplica	NO	NO
9		Artículo N°3 - Literal ñ.5)	Transporte por medios terrestres de sustancias tóxicas, explosivas, inflamables, corrosivas o reactivas	No aplica	NO	NO

Gestión de aspectos ambientales

ESPO Guía verde 2021



Objetivos de Desarrollo Sostenible



Objetivos de Desarrollo Sostenible

Contribución directa



Objetivos de Desarrollo Sostenible

Contribución indirecta





05

EVALUACIÓN SOCIAL

--



Objetivo Principal

Determinar los costos y beneficios pertinentes para la comunidad, en torno al terminal portuario DP World Puerto Lirquén, además desde el punto de vista del bienestar social, comparará la situación con proyecto y sin proyecto, donde se cuantifican y agregan las externalidades positivas con las externalidades negativas.

Evaluación Social

- El puerto, ubicado en la localidad de Lirquén, comuna de Penco, tiene 15.000 habitantes y una superficie de 107,6 km².
- El rol social del Puerto Lirquén se remonta por muchos años, pero lo que llamó nuestra atención, fueron las acciones realizadas por quien por más de 30 años fue su Gerente General el Sr. Jaime Lea Plaza, quien gestionó para los trabajadores del puerto viviendas y derechos de agua que hasta hoy se mantienen. Sin duda la Responsabilidad Social Empresarial en todo su potencial.

Evaluación Social

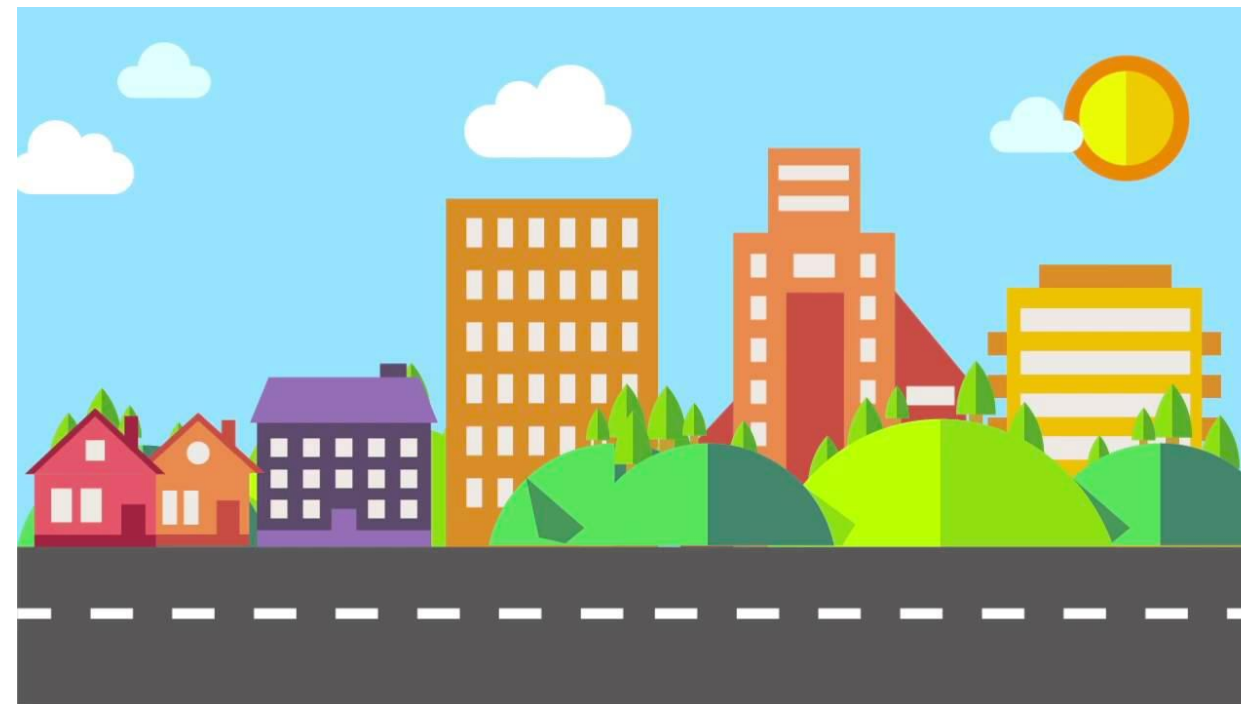
- Se establece la conveniencia técnico-económica del proyecto evaluando un enfoque costo – beneficio social,
- Se verifica si los beneficios del proyecto son mayores que los costos involucrados, identificando, midiendo y valorando los costos y beneficios sociales del proyecto.

Evaluación Social

COSTO SOCIAL DEL CO₂

Costo social del CO ₂	40 USD/ton CO ₂
----------------------------------	----------------------------

(Fuente: Minis. Desarrollo Social)





06

CONCLUSIONES

Conclusiones

- El estudio realizado ha permitido evaluar medidas concretas y de un alto impacto para descarbonizar el Puerto de Lirquén, con la utilización de hidrógeno verde, siendo la reconversión de las grúas horquillas como la medida prioritaria viable implementar.
- Se pudo comprobar que desde las áreas técnicas, ambiental y social, el proyecto tiene una pre factibilidad positiva.
- Desde el punto de vista económico y financiero, son necesarias subvenciones y/o apoyos financieros para reducir el CAPEX de esta nueva tecnología, además de contar con demanda definida (remolcadores), tanto de hidrógeno verde como de subproductos de la hidrólisis como el calor y el oxígeno en demanda cercana.

Conclusiones

- Este proyecto se podría optimizar al:
- Desagregar el proyecto en 2 subproyectos: 1) Reemplazo de flota de grúas horquilla; 2) Construcción de planta productora de Hidrógeno Verde.
- Considerar la compra de Hidrógeno gris, durante los primeros 5 años, dando espacio para la aparición de proveedores de Hidrógeno verde en la región del Bío-Bío.
- Evaluar la construcción de la planta de producción in situ, una vez reemplazada la flota de 50 grúas.



¡Estamos atrasados en hacer los cambios!

Gracias por la atención.